低聚木糖对保育猪生长性能、腹泻率和血清生化指标的影响[1]

赵　蕾　陈清华*　易海秋

（湖南农业大学动物科学技术学院，长沙 410128）

摘　要：本试验旨在探讨低聚木糖对保育猪生长性能、腹泻率及血清生化指标的影响，并筛选出其最佳添加量。试验选取胎次相近、健康的（35±1）日龄“杜×长×大”仔猪72头，随机分为4组，每组3个重复，每个重复6头猪。对照组饲喂基础饲粮，试验Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组饲喂在基础饲粮中分别添加100、200、400 mg/kgXOS的试验饲粮，试验期28 d。结果表明：1）试验Ⅱ组仔猪的终末体重、平均日增重（ADG）与平均日采食量（ADFI）均显著高于其他各组(P<0.05)；试验Ⅰ和Ⅱ组仔猪的料重比（F/G）显著低于对照组和试验Ⅲ组(P<0.05)，且以试验Ⅱ组效果最佳。2）与对照组相比，各试验组仔猪腹泻率均极显著降低（P<0.01），以试验Ⅱ组效果最佳。3）与对照组相比，各试验组血清中总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）、球蛋白（GLB）含量及白球比（ALB/GLB）值均无显著变化（P>0.05）；试验Ⅱ组血清中葡萄糖含量以及淀粉酶和碱性磷酸酶活性均显著高于对照组（P<0.05）；各试验组血清中尿素氮和总胆固醇含量均显著低于对照组（P<0.05），而血清中谷丙转氨酶和谷草转氨酶活性较对照组有提高趋势，但差异不显著（P>0.05）。由此可见，饲粮添加适量XOS可以提高保育猪的生长性能，降低腹泻率，并可改善保育猪部分血清生化指标。在本试验条件下，保育猪饲粮中添加200 mg/kg XOS为最佳。

关键词：低聚木糖；保育猪；生长性能；腹泻率；血清生化指标

中图分类号：S816　　文献标识码：A　　文章编号：

断奶仔猪因各项生理机能尚未发育完善，易受断奶、换料及环境变化等影响而产生应激，

收稿日期：2017-10-31

作者简介：赵　蕾（1995—），女，山东临沂人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail: 940177465@qq.com

*通信作者：陈清华，教授，博士生导师，E-mail: chqh314@163.com

导致胃肠道菌群失衡、免疫力下降，从而易引起仔猪腹泻、水肿病等肠道疾病的发生，严重者可导致死亡，大大降低了养殖户的经济效益。由于抗生素的残留性和抗药性，许多国家在动物饲粮中开始限制抗生素的使用，研究人员开始寻找无公害、无残留的绿色饲料添加剂。低聚木糖（XOS）作为功能性寡聚糖，具有酸热稳定性好、有效摄入量低等优良特性[1-3]，被广泛应用于仔猪饲粮中。研究表明，XOS 几乎不被动物体内的消化酶分解，摄入后可直接到达后肠道选择性促进双歧杆菌增殖，产生大量有机酸，进而抑制有害菌繁殖，维持肠道微生态平衡[4-5]，改善动物健康状况，其功效性为其他低聚糖的 10～20 倍。此外，XOS 发酵可以抑制动物后肠道内蛋白质的分解[6]，减少苯酚、氨的产生，从而避免了有毒物质对结肠 DNA 的损伤[7]，降低后肠道病变几率。目前，XOS 的研究应用多局限于 35 日龄以内的断奶仔猪，而对保育阶段仔猪的影响鲜有报道。因此，本试验旨在探讨饲粮中不同 XOS 添加量对保育猪生长性能、腹泻率以及某些血清生化指标的影响，为 XOS 在保育猪饲粮中的合理应用提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

试验所用 XOS 由山东龙力生物科技股份有限公司提供，以木二糖、木三糖和木四糖为主要功能性组分，有效含量≥35%。

1.2　试验设计及饲粮组成

选择 72 头（35±1）日龄、平均体重为（9.81±0.42） kg 的“杜×长×大”仔猪，随机分为 4 个组，每组 3 个重复，每个重复 6 头猪（公母各占 1/2），各组间初始体重无差显著异（P>0.05）。对照组饲喂基础饲粮，试验Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组饲喂在基础饲粮中分别添加 100、200、400 mg/kg XOS 的试验饲粮。试验期为 28 d。

参照 NRC（2012）中仔猪营养需要标准配制基础饲粮，饲料原料营养价值参照《中国饲料数据库》（2010）。基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（饲喂基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet (as-fed basis)　　%

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels[2)]	含量 Content
玉米 Corn	61.00	消化能 DE/（MJ/kg）	3.44
膨化大豆 Expanded soybean	11.70	粗蛋白质 CP	19.28
豆粕 Soybean meal	15.00	粗脂肪 EE	5.38
进口鱼粉 Imported fish meal	4.00	粗纤维 CF	2.34
乳清粉 Whey powder	2.00	粗灰分 Ash	4.95
豆油 Soybean oil	2.00	钙 Ca	0.90
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.50	总磷 TP	0.70
石粉 Limestone	0.96	有效磷 AP	0.44
食盐 NaCl	0.30	赖氨酸 Lys	1.29
蛋氨酸 Met（99%）	0.04	蛋氨酸 Met	0.39
L-赖氨酸盐酸盐 *L*-Lys•HCl	0.40	胱氨酸 Cys	0.33
L-苏氨酸 *L*-Thr （99%）	0.10	蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.72
预混料 Premix[1)]	1.00	苏氨酸 Thr	0.80
合计 Total	100.00	色氨酸 Try	0.21

[1)] 预混料为每千克饲粮提供The premix provided the following per kg of the diet：VA 4 100 IU，VD_3 400 IU，VE 16 IU，VK 2 mg，VB_1 0.7 mg，VB_2 2 mg，VB_6 0.7 mg，VB_{12} 0.02 mg，胆碱 choline 220 mg，泛酸 pantothenic acid 6 mg，叶酸 folic acid 0.8 mg，烟酸 nicotinic acid 10 mg，生物素 biotin 0.08 mg，Cu (as copper sulfate) 15 mg，Fe (as ferrous sulfate) 100 mg，Zn (as zinc sulfate) 100 mg，Mn (as manganese sulfate) 30 mg，I (as potassium iodide) 0.3 mg，Se (as sodium selenite) 0.33 mg。

[2)]营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.3　饲养管理

动物试验在广西白林猪场开展。试验猪饲养在半开放式保育舍，各组猪只的小环境一致。试验猪采取自由采食和饮水，按常规养殖场操作规范进行管理和免疫。每日分上、下午 2 次观察各重复猪只生长、采食以及腹泻情况，并记录每日采食量和腹泻头数。

1.4 指标测定及方法

1.4.1 生长性能

试验开始和结束前 10 h 停止供料，称量每个重复的初始体重和终末体重，计算出每头仔猪的平均日增重（ADG）。试验期间记录每个重复的喂料量和剩料量，计算出每头仔猪的平均日采食量（ADFI）和料重比（F/G）。

1.4.2 腹泻率

每天 09:30 和 17:30 观察每个重复仔猪腹泻头数，腹泻判断标准为粪便呈糊状或水样，明显粘于仔猪肛门外。

腹泻率(%)=100×试验期仔猪腹泻总头次/(试验猪头数×试验天数)。

1.4.3 血清生化指标

试验结束后，从每个重复中随机选择体况相近的2头仔猪，于前腔静脉处采血，然后在室温下静置25 min，3 000 r/min离心10 min，分离出血清，-20 ℃下保存待测。采用全自动生化分析仪测定血清总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）、球蛋白（GLB）、葡萄糖（GLU）、尿素氮（UN）和总胆固醇（TC）的含量以及淀粉酶（AMY）、碱性磷酸酶（ALP）、谷丙转氨酶（ALT）和谷草转氨酶（AST）的活性，同时计算白球比（ALB/GLB）值。试验操作严格按照试剂盒（由北京利德曼生化技术有限公司提供）说明书进行。

1.5 数据统计

试验数据先用Excel 2007进行初步整理，然后用SPSS 19.0中的ANOVA程序进行方差分析，并对差异显著（P＜0.05）的数据间采用Duncan氏法进行多重比较。数据以“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 XOS 对保育猪生长性能和腹泻率的影响

由表2可知，各组之间仔猪初始体重无显著差异(P>0.05)。试验结束时，试验 II 组仔猪

的终末体重、ADG与ADFI均显著高于其他各组（*P*<0.05）；试验Ⅰ和Ⅱ组仔猪的F/G显著低于对照组和试验Ⅲ组（*P*<0.05），且以试验Ⅱ组效果最佳。

各试验组仔猪腹泻率均极显著低于对照组（*P*<0.01），试验Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ组分别较对照组降低了38.16%、58.99%和46.04%，其中以试验Ⅱ组的腹泻率最低。

表2 XOS对保育猪生长性能及腹泻率的影响

Table 2 Effects of XOS on growth performance and diarrhea rate of nursery piglets

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
初始体重 IBW/kg	9.98±0.59	9.53±0.41	10.10±0.40	9.65±0.31
终末体重 FBW/kg	18.75±2.72^{b}	18.53±2.01^{b}	20.20±1.93^{a}	18.62±3.06^{b}
平均日增重 ADG/(g/d)	314.78±3.13^{b}	323.14±4.11^{b}	362.15±2.16^{a}	320.22±5.18^{b}
平均日采食量 ADFI/(g/d)	604.25±9.43^{b}	575.47±10.17^{c}	629.39±8.64^{a}	601.25±7.09^{b}
料重比 F/G	1.93±0.03^{a}	1.78±0.05^{b}	1.74±0.03^{b}	1.87±0.05^{a}
腹泻率 Diarrhea rate/%	0.137^{A}	0.086^{Ba}	0.054^{Bb}	0.075^{Ba}

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），不同大写字母表示差异极显著（*P*<0.01），相同或无字母表示差异不显著（*P*>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts indicated significant difference (*P*<0.05), and with different capital letter superscripts indicated extremely significant difference (*P*<0.01), while with the same or no letter superscripts indicated no significant difference (*P*>0.05). The same as below.

2.2 XOS 对保育猪血清生化指标的影响

由表3可知，与对照组相比，试验Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ组血清中TP含量分别提高了1.08%、1.67%和0.58%，但差异不显著（*P*>0.05）；各组之间血清中ALB和GLB含量及ALB/GLB值均无显著

差异（P>0.05）。试验Ⅱ组血清中GLU含量显著高于其他各组（P<0.05）；各试验组血清中UN、TC含量均显著低于对照组（P<0.05）。

表 3　XOS 对保育猪血清生化指标的影响

Table 3　Effects of XOS on serum biochemical indices of nursery piglets

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	I	II	III
总蛋白 TP/(g/L)	92.53±8.81	93.57±7.91	94.10±4.14	93.06±8.10
白蛋白 ALB/(g/L)	57.15±9.12	58.84±6.89	58.21±4.93	57.93±7.36
球蛋白 GLB/(g/L)	35.36±4.75	34.72±5.11	35.91±3.25	35.12±6.01
白球比 ALB/GLB	1.62±0.14	1.68±0.64	1.64±0.49	1.64±0.32
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	4.46±0.41^{b}	4.55±0.12^{b}	4.84±0.43^{a}	4.48±0.56^{b}
尿素氮 UN/(mmol/L)	5.16±1.16^{a}	4.83±0.60^{b}	4.65±0.72^{b}	4.76±0.82^{b}
总胆固醇 TC/(mmol/L)	2.94±0.65^{a}	2.75±0.53^{b}	2.75±0.23^{b}	2.74±0.12^{b}

2.3　XOS 对保育猪血清酶活性的影响

由表 4 可知，试验Ⅰ和Ⅱ组血清中 AMY 活性显著高于其他组（P<0.05）；试验Ⅱ和Ⅲ组血清中 AKP 活性显著高于对照组（P<0.05），分别较对照组提高了 21.39%和 18.69%；各组之间血清中 ALT、AST 活性均无显著差异（P>0.05）。

表 4　XOS 对保育猪血清酶活性的影响

Table 4　Effects of XOS on serum enzyme activities of nursery piglets　　U/L

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	I	II	III
淀粉酶 AMY	654.22±64.02^{b}	751.02±22.02^{a}	749.94±18.28^{a}	706.64±57.17^{b}
碱性磷酸酶 AKP	226.92±43.17^{b}	245.47±24.18^{b}	275.47±43.02^{a}	269.30±15.62^{a}
谷丙转氨酶 ALT	10.84±7.53	12.28±8.69	11.08±9.63	11.56±5.51
谷草转氨酶 AST	14.64±5.85	16.38±6.46	15.49±8.14	15.16±4.68

3 讨 论

3.1 XOS 对保育猪生长性能和腹泻率的影响

仔猪腹泻的发病机制十分复杂，哺乳仔猪一般为传染性腹泻，而保育猪腹泻主要由断奶、饲粮更换、饲粮抗原过敏及应激等非传染性因素引起，在所有应激源中，营养性应激源是最主要的。研究表明，仔猪断奶后腹泻的首要因素并非大肠杆菌，而是由应激造成的肠道损伤、胃肠酶活性下降、肠道微生态环境紊乱等引起[8]。国内外学者研究均发现断奶仔猪饲粮中添加适量 XOS 能够改善仔猪的养分转化效率，提高生长速度，降低仔猪腹泻率。林渝宁等[9]和赵静杰等[10]在试验组饲粮中添加 0.02%的 XOS，结果发现 XOS 可改善 28 日龄断奶仔猪腹泻的问题，并显著提高 ADG，降低 ADFI。谭兵兵等[11]在 21 日龄断奶仔猪饲粮中添加 250 g/t 的 XOS，结果发现 XOS 可在一定程度上提高断奶仔猪的 ADFI 与 ADG，缓解断奶应激引起的仔猪腹泻。

但 XOS 在保育阶段应用效果的研究鲜有报道。本试验结果表明，各试验组仔猪腹泻率均较对照组极显著降低，且试验 II 组的 ADG 与 ADFI 显著优于其他组，F/G 显著低于对照组和试验III组。这可能是由于 XOS 能改善胃肠道微生物菌群平衡，促进有益微生物的繁殖，产生有机酸、消化酶等代谢产物，有助于饲粮中养分的消化吸收；并且，XOS 在提高肠道黏膜微生物防御屏障作用的同时，还可促使生理活性物质的产生，进而提高保育猪的免疫机能，降低腹泻率。也有报道称 XOS 在肠道能结合细菌细胞壁表面蛋白（如植物凝血素），阻

断细菌与肠黏膜的结合，从而使肠道细菌降低或失去致病力[12-13]。

3.2 XOS 对保育猪血清生化指标的影响

研究表明，饲粮中添加 XOS 能改善动物机体养分代谢情况与免疫机能。XOS 可能通过调节肝脏合成代谢功能，协调 ALB 和 GLB 的合成速度和数量，以维持机体血浆渗透压的正常水平，调控体内代谢与物质运输，进而改善机体的健康状况[14]。

血清中的 TP 由血清中的 ALB 和 GLB 组成，主要合成场所为肝脏，因此血清中 TP 含量的高低可以反映肝脏功能和机体的营养状况，TP 含量高有利于增强动物机体的代谢机能和免疫力[15]。ALB/GLB 值作为衡量机体特异性免疫应答水平的重要指标，该值下降表明机体内免疫球蛋白合成加快，抗病力增强。杨海英[16]选用（35±2）日龄的断奶仔猪进行为期 20 d 的饲养试验，结果表明饲粮中添加 200 g/t 的 XOS 对试验仔猪血清中 TP 含量的影响不显著。本试验中，各试验组血清中 TP、ALB、GLB 含量与 ALB/GLB 值与对照组相比差异不显著，但均有所改善，证明 XOS 对保育猪的养分代谢和免疫机能无不利影响。该结果可能是由于 35 日龄的仔猪各系统发育相对完善，已适应饲粮和饲养管理条件，抗应激能力较强。

血清中 GLU 含量可反映机体糖代谢状况，适当的 GLU 含量可维持仔猪各组织器官生理功能稳定，抵御不良环境应激[17]。在正常范围内，高产动物血清 GLU 含量高于低产动物。血清中 UN 含量是衡量机体内蛋白质合成效率与氨基酸平衡状况的重要指标[18]，其与仔猪肌肉增长或 ADG 呈负相关。血清中 TC 含量作为反映机体脂肪代谢状况的重要指标，在机体处于应激状态时含量增加，导致脂肪利用率下降[19-20]。本试验发现，饲粮中添加 200 mg/kg XOS 可显著提高保育猪血清中 GLU 含量，各试验组血清中 UN 及 TC 含量均较对照组显著降低，提示在保育猪饲粮中添加适量的 XOS 可以通过影响血清中 GLU、UN 及 TC 的含量，增强营养物质的消化吸收，提高蛋白质生物合成效率和脂肪利用率，进而减少仔猪不良应激，提高仔猪的健康状况。

3.3 XOS 对保育猪血清酶活性的影响

AKP 主要分布在肝脏和骨骼中，能够促进钙和磷在骨骼中的沉积和机体代谢机能，反映仔猪的生长发育状况[11]。血清中 AMY 活性反映动物机体对淀粉的消化吸收能力，影响机体化学反应的速度、生长发育健康和适应性。提高动物机体 AKP 和 AMY 活性对动物 ADG 有积极影响。本试验显示，饲粮中添加不同水平的 XOS 均可提高保育猪血清中 AKP 和 AMY 的活性，以添加 200 mg/kg XOS 时效果最佳，这与生长性能的表现呈一致性。

ALT 和 AST 主要存在于肝细胞的线粒体与胞浆内，是 2 种重要的氨基酸转移酶，正常状况下它们在血清中的活性较低，当动物因肝脏损伤或急性应激导致细胞受损时，ALT 和 AST 被细胞释放进入血清中，导致血清中这 2 种酶的活性升高[18]，因此血清中 ALT 和 AST 的活性可以反映肝细胞受损情况[21-22]。本试验中，各组保育猪血清中 ALT 和 AST 活性没有显著差异，这说明此时保育猪抗应激能力较强且饲粮中添加 XOS 对保育猪的肝脏无不良影响。

4 结 论

饲粮添加适量 XOS 可以提高保育猪的生长性能，降低腹泻率，并且可以在一定程度上改善保育猪部分血清生化指标。在本试验条件下，保育猪饲粮中添加 200 mg/kg XOS 为最佳。

参考文献：

[1] PARAJÓ J C,GARROTE G,CRUZ J M,et al.Production of xylooligosaccharides by autohydrolysis of lignocellulosic materials[J].Trends in Food Science & Technology,2004,15(3/4):115–120.

[2] JACOBSEN S E,WYMAN C E.Xylose monomer and oligomer yields for uncatalyzed hydrolysis of sugarcane bagasse hemicellulose at varying solids concentration[J].Industrial & Engineering Chemistry Research,2002,41(6):1454–1461.

[3] 范光森,张茜,肖林,等.低聚木糖在特殊医学用途配方食品中的应用[J].中国食品添加剂,2016(2):158–165.

[4] 聂昌林,宋春阳.低聚木糖在猪生产中的应用[J].中国饲料,2012(16):34–35.

[5] PATEL S,GOYAL A.Functional oligosaccharides:production,properties and applications[J].World Journal of Microbiology and Biotechnology,2011,27(5):1119–1128.

[6] 雷钊,尹达菲,袁建敏.阿拉伯木聚糖和阿拉伯低聚木糖的益生功能研究进展[J].动物营养学报,2017,29(2):365–373.

[7] CHRISTOPHERSEN C T,PETERSEN A,LICHT T R,et al.Xylo-oligosaccharides and inulin affect genotoxicity and bacterial populations differently in a human colonic simulator challenged with soy protein[J].Nutrients,2013,5(9):3740–3756.

[8] 卢亚萍,冯杰.日粮抗原对断奶仔猪肠道健康的影响[J].饲料研究,2005(12):32-34.

[9] 林渝宁,冯静,伍淳操,等.低聚糖对断奶仔猪生长性能及血清生化指标的影响[J].四川农业大学学报,2011,29(1):94–97.

[10] 赵静杰,李小成,王景儒.低聚糖对断奶仔猪生产性能的影响[J].中国畜牧兽医,2008,35(2):23–25.

[11] 谭兵兵,姬玉娇,丁浩,等.低聚木糖对断奶仔猪生长性能、腹泻率和血浆生化参数的影响[J].动物营养学报,2016,28(8):2556–2563.

[12] 赵小明.寡糖的动物营养研究进展[J].武警工程学院学报,2002,18(2):15-17.

[13] 徐善金,杜文兴.低聚木糖在水生动物生产中的应用研究进展[J].饲料广角,2011(22):41-43.

[14] 李兆勇,杨在宾,杨维仁,等.益生素和低聚木糖对仔猪生长和养分消化性能的影响[J].西北农林科技大学学报（自然科学版）,2008,36(1):59–65.

[15] 荀文娟,周汉林,侯冠彧,等.断奶日龄对五指山仔猪生长性能和血清生化指标的影响[J].

动物营养学报,2017,29(6):2029–2037.
[16] 杨海英.益生素和低聚木糖对断奶仔猪生产性能及促生长机理的研究[D].硕士学位论文,泰安:山东农业大学,2007:50–58.
[17] 郭小云,谢春艳,吴信,等.围产期母猪饲粮中添加低聚木糖和活性酵母对母猪繁殖性能和哺乳仔猪血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2015,27(3):838–844.
[18] 王彬,刘路杰,祝佳,等.纳米氧化锌对断奶仔猪生长性能、血清免疫和生化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(11):3626–3633.
[19] 柴建民,魏荣贵,刘希峰,等.植物乳杆菌和非淀粉多糖复合酶对断奶仔猪生长性能、粪便微生物菌群及血清指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(6):1859–1866.
[20] 苏家宜,孔祥峰,胡诚军,等.芪楂口服液药渣发酵前后对断奶仔猪血浆生化参数和抗氧化能力的影响[J].动物营养学报,2017,29(6):2092–2099.
[21] LV Y F,TANG C H,WANG X Q,et al.Effects of dietary supplementation with palygorskite on nutrient utilization in weaned piglets[J].Livestock Science,2015,174:82–86.
[22] LIU Y Y,KONG X F,JIANG G L,et al.Effects of dietary protein/energy ratio on growth performance,carcass trait,meat quality,and plasma metabolites in pigs of different genotypes[J].Journal of Animal Science and Biotechnology,2015,6:36.

Effects of Xylo-Oligosaccharide on Growth Performance, Diarrhea Rate and Serum Biochemical Indices of Nursery Piglets

ZHAO Lei　CHEN Qinghua*　YI Haiqiu

（*College of Animal Science and Technology*, *Hunan Agricultural University*, *Changsha* 410128, *China*）

Abstract: This experiment was intended to study the effects of xylo-oligosaccharide (XOS) on growth performance, diarrhea rate and serum biochemical indices of nursery piglets, and to select its optimal supplemental dose. A total of 72 healthy Duroc×Landrace×Yorkshire piglets with

*Corresponding author, professor, E-mail: chqh314@163.com　(责任编辑　菅景颖)

similar parity and aged (35±1) days were randomly assigned to 4 groups with 3 replicates per group and 6 piglets per replicate. The piglets in control group were fed a basal diet, and the piglets in test groups Ⅰ, Ⅱ, and Ⅲ were fed experimental diets which supplemented with 100, 200 and 400 mg/kg XOS in the basal diet, respectively. The experiment lasted for 28 days. The results showed as follows: 1) the final body weight, average daily gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI) of test group Ⅱ were significantly higher than those of other groups ($P<0.05$); the feed/gain (F/G) of test groups Ⅰ and Ⅱ was significantly lower than that of control group and test group Ⅲ ($P<0.05$), and the effect of test group Ⅱ was the best. 2) Compared with control group, the diarrhea rate of piglets of test groups was significantly decreased ($P<0.01$), and the effect of test group Ⅱ was the best. 3) Compared with control group, the contents of serum total protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLB) and ALB/GLB of test groups had no significant changes ($P>0.05$); the content of glucose and the activities of amylase and alkaline phosphatase in serum of test group Ⅱ were significantly higher than those of control group ($P<0.05$); the contents of urea nitrogen and total cholesterol in serum of test groups were significantly lower than those of control group ($P<0.05$), and the activities of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase in serum had a trend to improve, but there were no significant differences among all groups ($P>0.05$). Thus, the diet supplemented with appropriate amount of XOS can promote the growth performance, decrease diarrhea rate and improve serum biochemical indices of nursery piglets, and 200 mg/kg XOS is the optimal supplemental dose for nursery piglets under the experimental conditions.

Key words: xylo-oligosaccharide; nursery piglets; growth performance; diarrhea rate; serum biochemical indices